

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Oktober 2004 (21.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/090313 A1

(51) Internationale Patentklassifikation?: **F02D 41/18**,
G01F 1/76, F02D 41/26

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/002600

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. März 2004 (12.03.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 16 291.7 9. April 2003 (09.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DINGL, Jürgen**
[AT/DE]; Rotdornweg 34, 93055 Regensburg (DE).
HENN, Michael [DE/DE]; Heinrich-von-Kleist-Strasse 2,
38165 Lehre (DE).

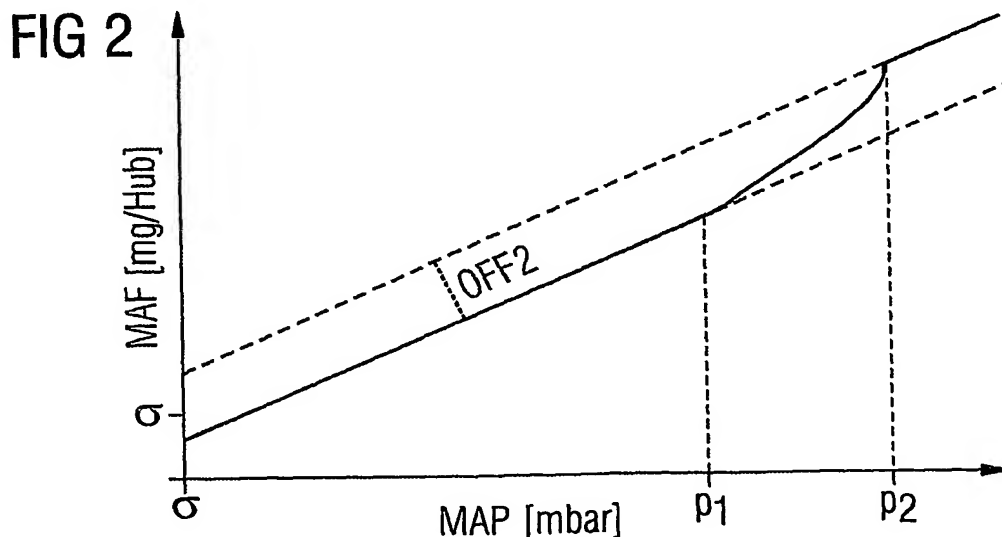
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The inventive method takes into account the residual gas exiting the cylinder in order to reliably determine the induced air mass. To this end, the dependency of the induced air mass on the induction pressure is subdivided into three regions of which the middle region is modeled as a non-linear dependency of the induced air mass on the induction pressure.

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemässe Verfahren berücksichtigt für eine zuverlässige Bestimmung der angesaugten Luftmasse das aus dem Zylinder austretende Restgas. Hierzu wird die Abhängigkeit der angesaugten Luftmasse von dem Ansaugdruck in drei Bereiche unterteilt, von denen der mittlere Bereich als nicht-lineare Abhängigkeit der angesaugten Luftmasse von dem Ansaugdruck modelliert wird.

WO 2004/090313 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, die einen Ansaugtrakt mit mindestens einem Zylinder, einem Abgastrakt und dem Zylinder zugeordnete Ein- und Auslassventile besitzt.

Bei Verbrennungskraftmaschinen kommt es beim Öffnen der Einlassventile zum Rückströmen von Restgas in den Ansaugtrakt. Die Frischluft zur Befüllung des Zylinders enthält also einen gewissen Anteil an Restgas, der bei der Berechnung der Frischluftmasse zu berücksichtigen ist.

Aus DE 198 44 085 C1 ist ein Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine abhängig von einem Abgasdruck bekannt. Das Verfahren schließt den Schritt ein, einen Saugrohrdruck in dem Ansaugtrakt und den Luftmassenstrom in einen Zylinder modellgestützt zu berechnen. Für den mittleren Abgasdruck während der Ventilüberschneidung wird ein Korrekturfaktor vorgesehen, der abhängig von einem Schwerpunktwinkel der Ventilüberschneidung ist.

Aus EP 1 030 042 A2 ist ein Verfahren zur Bestimmung der Zylinderbefüllung bei ungedrosselten Verbrennungsmotoren bekannt. Bei diesem Verfahren wird berücksichtigt, dass das vor dem oberen Totpunkt in den Ansaugkanal zurückgeschobene Restgas nach dem Ansaugvorgang erst wieder angesaugt wird. Unter Annahme eines sogenannten Propfenmodells wird die vor dem oberen Totpunkt liegende Einlassventilfläche verdoppelt und von der maximalen Ventilöffnungsfläche abgezogen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine bereitzustellen, dass das in den Ansaugtrakt zurückströmende Restgas mit einfachen Mitteln

zuverlässig bei der Bestimmung der Frischluftmasse berücksichtigt, insbesondere bei Ventilüberschneidung.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den
5 Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren sind zwei kritische Werte für den Saugrohrabsolutdruck vorgesehen, bei denen sich die
10 im Modell berechnete aufgenommene Frischluftmasse in ihrer Abhängigkeit ändert. Unterhalb des ersten und kleineren kritischen Werts wird die aufgenommene Luftmasse als proportional zu dem Saugrohrdruck bestimmt. Je höher der Saugrohrdruck um so größer ist die aufgenommene Frischluftmasse. Oberhalb
15 des zweiten kritischen Saugrohrdruckwertes wird die aufgenommene Frischluftmasse erneut als proportional zu dem Saugrohrdruck angenommen. Allerdings wird in diesem Bereich zu dem sich aus der Proportionalität ergebenden Frischluftmasse noch ein konstanter Wert hinzuaddiert. Der Proportionalitätsfaktor
20 kann hierbei gleich oder unterschiedlich sein. In einem Übergangsbereich zwischen den kritischen Werten wird die aufgenommene Frischluftmasse als nicht-linear abhängig von dem Saugrohrdruck modelliert. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Abhängigkeit der aufgenommenen Frischluftmasse von
25 dem Saugrohrdruck in zwei lineare Abschnitte unterteilt, zwischen denen ein nicht-linearer Verlauf vorgesehen ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die einströmende Luftstrommasse in dem Zwischenbereich abhängig von dem Quotienten aus Saugrohrdruck und Abgasgegendruck bestimmt. Dieser Abhängigkeit liegt die Überlegung zugrunde, dass einströmende Frischluft und ausströmendes Restgas sich an dem Einlassventil wie an einer Drosselstelle verhalten, so dass die Durchflussmenge im wesentlichen vom Druckquotienten abhängt.
30 Bevorzugt wird der von dem Quotienten abhängige Wert mit einem von der Drehzahl und der Ventilüberschneidung abhängigen Faktor multipliziert.

Ferner hat es sich für den Übergangsbereich als vorteilhaft erwiesen, den nicht-linearen Verlauf abhängig von der Ventilüberschneidung und der Motordrehzahl zu bestimmen.

5

In einer bevorzugten Weiterführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Proportionalitätsfaktor zwischen einströmender Luftmasse und Saugrohrdruck von der Drehzahl und/oder der Position der Kurbelwelle beim Schließen der Einlassventile abhängig gemacht. Um die Verschiebung zwischen den linearen Bereichen zu modellieren, hat es sich in einer Weiterführung des erfindungsgemäßen Verfahrens als besonders vorteilhaft erwiesen, eine erste und zweite Konstante vorzusehen. Beide Konstanten sind von der Drehzahl abhängig, wobei die erste Konstante abhängig von einem Wert für die Ventilüberschneidung ist, während die zweite Konstante von der Position der Kurbelwelle beim Schließen der Auslassventile abhängt.

In einer bevorzugten Weiterführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zusätzlich zur Bestimmung der in den Zylinder einströmenden Frischluftmasse ein von der Strömungsgeschwindigkeit in dem Saugrohr abhängiger Druckverlust berücksichtigt. Diesem Korrekturterm für die Luftmasse liegt die Überlegung zugrunde, dass eine mit großer Geschwindigkeit durch das Ansaugrohr strömende Luftmasse einen quadratisch von der Strömungsgeschwindigkeit wachsenden Druckverlust erfährt. Dieser Zusammenhang wird für ideale Flüssigkeiten durch die BERNOULLI-Gleichung beschrieben.

Zur Umsetzung des Verfahrens hat es sich als vorteilhaft erwiesen, den von der Strömungsgeschwindigkeit abhängigen Druckverlust abhängig von einer oder mehrere in einem Steuergerät abgelegten Variablen zu berücksichtigen. Bevorzugt wird hierbei die Geometrie, der Rohrwiderstand, Position einer Drallklappe, Ventilhub usw. berücksichtigt.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren an einem bevorzugten Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine,

Fig. 2 Verlauf der in einem Zylinder einströmenden Luftmasse abhängig von dem Ansaugrohrdruck und

Fig. 3 ein Blockschaltbild zu dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Figur 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 10 mit einem beispielhaften Zylinder. Selbstverständlich kann das erfindungsgemäße Verfahren auch bei Brennkraftmaschinen mit mehr als einem Zylinder eingesetzt werden. Über einen Ansaugtrakt 12 wird Frischluft angesaugt. Von der Frischluft wird über einen Temperatursensor 14 die Temperatur erfasst. Die eintretende Luftmasse wird beispielsweise durch den Luftmassensensor 16 gemessen. Es ist ebenfalls möglich, statt eines Luftmassensensors einen Drucksensor als Lastsensor vorzusehen, der zwischen Drosselklappe und Einlassventil positioniert ist. Eine Drosselklappe 18 steuert den Luftmassenstrom in den Einlasstrakt. Zur besseren Regelung wird von einem Sensor 20 die Winkelposition der Drosselklappe gemessen.

Über ein Einlassventil 22 tritt die Frischluft in den Zylinderinnenraum 24 ein.

Der Zylinder 26 ist schematisch dargestellt und besitzt einen Kolben 28 mit einer Pleuelstange 30, die die Kurbelwelle 32 antreibt. Die Drehzahl der Kurbelwelle 32 wird von einem Drehzahlsensor 34 erfasst.

Die Kraftstoffeinspritzung ist in den Figuren nicht näher dargestellt. Der eingespritzte Kraftstoff wird über die Zündeinrichtung 36 gezündet. Nach der Zündung wird das Restgas über das Auslassventil 38 in den Abgastrakt 40 entlassen. Im

Abgastrakt misst eine Lambdasonde 42 den im Abgas enthaltenen Sauerstoffgehalt.

Die Steuerung der Brennkraftmaschine erfolgt über eine Motorsteuerung 44. Als Eingangsgrößen liegen an der Motorsteuerung 44 die Drehzahl, der Drosselklappenwinkel, der Sauerstoffgehalt und die Umgebungstemperatur der angesaugten Frischluft an. Ferner liegt auch der gemessene Wert für die angesaugte Frischluft an.

Figur 2 zeigt den Modellansatz zu dem Luftmassenstrom in den Zylinder abhängig von dem Druck im Ansaugrohr. Ist ein Druck im Ansaugrohr kleiner als der erste kritische Druck P_1 , so wird der angesaugte Luftmassenstrom als proportional zu dem Ansaugdruck modelliert. Beachtet man die gesetzten Nullpunkte entlang der Achsen, so ist zu erkennen, dass ein Luftmassenstrom in den Zylindern erst ab einem gewissen Mindestansaugdruck einsetzt.

Oberhalb des zweiten kritischen Drucks P_2 wird die angesaugte Luftmasse wieder als proportional zu dem Ansaugdruck bestimmt. Hierbei ist die Gerade, die dem Luftmassenstrom folgt, gegenüber der ursprünglichen Geraden um einen Betrag OFF_2 verschoben. Die Geraden sind nicht notwendig parallel, sondern können auch unterschiedliche Steigungen aufweisen. Im Übergangsbereich zwischen dem Druck P_1 und P_2 liegt ein nicht-lineares Verhalten vor, das in Form einer PSI-Funktionalität vom Quotienten des Ansaugdrucks zu dem Abgasdruck abhängt. Der Wert des Offsets OFF_2 hängt von der Drehzahl, der Ventilüberschneidung VO und der Quotient aus Saugrohrabsolutdruck und Abgasdruck ab.

Im Gegensatz zu bisherigen Berechnungen für die in den Zylinderinnenraum 24 einströmende Luftmasse berücksichtigt das erfindungsgemäße Verfahren, dass während der Überschneidungsphase zurückströmende Restgas in der Massenbilanz. Für diesen beim Öffnen des Einlassventils rückströmenden Anteil sind die

Ventilsteuerzeiten, das Verhältnis zwischen Ansaugdruck- und Abgasgegendruck – dieser entspricht zu diesem Zeitpunkt etwa dem Brennraumdruck – und die Zeit während der diese Bedingungen herrschen von Bedeutung.

5

Figur 3 zeigt ein Blockschaltbild zu dem erfindungsgemäßen Verfahren. Bevor dieses Blockschaltbild näher erläutert wird, soll das dem Blockschaltbild zugrundeliegende physikalische Modell beschrieben werden.

10

Der Massenstrom in dem Zylinder ist allgemein eine Funktion der Drehzahl, des Drucks im Ansaugtrakt p_{im} , der Nockenwellenposition beim Schließen der Einlassventile ES und der Nockenwellenposition beim Schließen der Auslassventile AS. Um diese komplexe Abhängigkeit für die Steuerung der Brennkraftmaschine geeignet zu parametrisieren, hat sich folgender Ansatz als besonders vorteilhaft erwiesen:

15

$$\frac{dm_{cyl,0}}{dt} = \eta_s(N, ES) \cdot p_{im} - \eta_{oi}(N, VO) - \eta_{oz}(N, AS) + \eta_{bf}(N, VO) \cdot g\left(\frac{p_{im}}{p_{ex}}\right).$$

20

Bei diesem Ansatz stehen die Drehzahl N als Messgröße, der Saugrohrabsolutdruck p_{im} und Abgasgegendruck p_{ex} als Messgrößen zur Verfügung oder werden von der Motorsteuerung als Modellwert berechnet. Mit VO wird die Ventilüberschneidung bezeichnet, wobei die Nockenwellenposition gemessen oder im Modell berechnet sein kann.

25

Bei diesem Ansatz können die einzelnen Werte in Kennfeldern abgelegt werden und zur fortlaufenden Berechnung von $dm_{cyl,0}/dt$

30

sowie p_{im} verwendet werden. Der Verlauf der Kennlinien wird für eine Brennkraftmaschine durch Rastervermessung bestimmt oder mittels gezielter Auswahl von bestimmten Betriebspunkten, beispielsweise mittels Designs of Experiments (DOE) ermittelt.

35

Bei der Berechnung der Steigung $\eta_s(N, ES)$ sowie der konstanten $\eta_{01}(N, VO)$ und $\eta_{02}(N, AS)$ werden im wesentlichen die niedrigen bis mittleren Saugrohrabsolutdrücke berücksichtigt. Der dominierende Anteil für den Luftmassenstrom in dem Zylinder ergibt sich zu:

$$\frac{dm_{cyl,01}}{dt} = \eta_s(N, ES) \cdot p_{im} - \eta_{01}(N, VO) - \eta_{02}(N, AS)$$

Da bei geringen Saugrohrabsolutdrücken die Differenz zum Abgasgegendruck am größten ist, wird unter diesen Bedingungen die größte Menge an Restgas in den Ansaugkanal zurückgeschoben, wodurch im Ergebnis bis zum Ende des Ladungswechsels weniger Frischluft in den Brennraum gelangt.

Wesentlichen Einfluss auf die insgesamt in den Einlasskanal zurückgeschobene Masse hat neben den Ventilsteuerzeiten und dem Druckverhältnis, die zur Verfügung stehende Zeit. Somit lässt sich auch erklären, warum dieser Effekt gerade bei niedrigen Drehzahlen besonders ausgeprägt ist.

Mit bekannten Kennzahlen für Steigung und Verschiebung lässt sich die angesaugte Frischluft bis zu einer ersten kritischen Größe P_1 gut berechnen. Mit steigendem Saugrohrdruck treten immer größere Abweichungen zwischen den tatsächlich vom Motor angesaugten und der oben beschriebenen linearen Abhängigkeit für die berechnete Frischluftladung auf. Ursache hierfür ist die mit zunehmenden Saugrohrabsolutdruck abfallende Druckdifferenz zwischen Saugrohr und Abgasstrang. Diese Abweichung wird durch den folgenden Ausdruck berücksichtigt:

$$\eta_{br}(N, VO) \cdot g\left(\frac{p_{im}}{p_{ex}}\right)$$

Zur Festlegung der Größen wird der Luftmassenstrom in den Zylinder vermessen und eine Anpassung an den steigenden Saugrohrabsolutdruck vorgenommen.

Sind die Kennlinien einmal bestimmt und in einer Steuerung abgelegt, so kann fortlaufend der Ansaugdruck und der Luftmassenstrom in den Zylindern berechnet werden. Wie in Fig. 3 dargestellt, werden in einem Modul 48 der Steuerung 46 die Konstanten $\eta_{01}(N, VO)$ sowie $\eta_{02}(N, EC)$ ermittelt. Weiterhin wird auch die Steigung $\eta_s(N, IC)$ berechnet, wobei hier IC die Winkelposition beim Schließen des Einlassventils bezeichnet, EC die Winkelposition beim Schließen des Auslassventils und VO 66 die Ventilüberschneidung bezeichnet. Die Winkelposition zum Schließen von Ein- und Auslassventil, sowie die Winkelüberschneidung VO 66 liegen an dem Steuermodul 48 als Eingangsgrößen 50 an. Ferner liegt die Gastemperatur 52 aus dem Einlasstrakt an. Der Umgebungsdruck p_{amb} 54 wird ebenso wie die Drehzahl 56 berücksichtigt. Auch die im letzten Verfahrensschritt bestimmten Werte für die einströmende Luftmasse 58 und den Druck im Einlassbereich 60 liegen an dem Modul 48 an. Zur Bestimmung des nicht-linearen Übergangsbereichs wird in dem Abschnitt 62 der vom Quotienten des Drucks im Einlass und im Auslasstrakt abhängige Term bestimmt. Hierzu liegt als Eingangsgröße der Druck im Auslasstrakt 64 sowie der vom Modell im vorangegangenen Schritt berechnete Druck im Einlasstrakt 60 an. Ebenfalls liegt der im vorangegangenen Verfahrensschritt berechnete Wert für den Massenstrom in den Zylinder 58 ebenfalls an der Einheit 62 an.

In dem Block 68 werden aus den so bestimmten Größen ein neuer Wert für den Luftmassenstrom in den Zylinder und für den Druck in dem Einlasstrakt berechnet. Hierbei wird zusätzlich die Zeitdauer für ein Segment 70 berücksichtigt, die in einem vorgelagerten Schritt 72 berechnet wird. Ferner wird, sofern eine Abgasrückführung vorhanden ist, auch der aus der Abgasrückführung stammende Massenstrom dm_{EGR}/dt 74 berücksichtigt. Mit Hilfe des Drosselklappenwinkels 76 wird die reduzierte Querschnittsfläche 78 in dem Einlasstrakt bestimmt, so dass gerade bei großen Strömungsgeschwindigkeiten die geschwindigkeitsabhängigen Strömungsverluste berücksichtigt werden. Zur

Bestimmung der Gasdichte in dem Einlasstrakt liegt an diesem auch die Gastemperatur 80 im Eingangstrakt an.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Ansaugtakt, mindestens einem Zylinder, einem Abgastrakt (40) und Ein- und Auslassventil (32, 38), die dem Zylinder (26) zugeordnet sind, das zur Berechnung in den Zylinder einströmende Frischluftmasse (MAF) bis zu einem ersten kritischen Wert (P1) des Saugrohrdrucks (MAP) proportional zu dem Saugrohrdruck ist, ab einem zweiten kritischen Wert (P2) des Saugrohrdrucks proportional zu dem Saugrohrdruck zuzüglich einer Luftmassenkonstanten (OFF2) und in einem Übergangsbereich zwischen den beiden kritischen Werten für den Saugrohrdruck nicht-linear verläuft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Übergangsbereich die einströmende Luftmasse zusätzlich abhängig vom Quotienten des Saugrohrdrucks und Abgasgegendrucks bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der von dem Quotienten abhängige Wert mit einem von der Drehzahl (56) und der Ventilüberschneidung (66) abhängigen Faktor multipliziert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass für den Übergangsbereich die einströmende Luftmasse abhängig von Ventilüberschneidung und Motordrehzahl bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Proportionalitätsfaktor zwischen der einströmenden Frischluftmasse und dem Saugrohrdruck von der Drehzahl und/oder der Position der Kurbelwelle beim Schließen des Einlassventils (ES) abhängig ist.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Luftmassenkonstante eine erste Konstante (η_{01}) aufweist, deren Wert von der Drehzahl (N) und einem Wert für die Ventilüberschneidung (VO) abhängt.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftmassenkonstante eine zweite Konstante (η_{02}) aufweist, deren Wert von der Drehzahl (N) und der Position der Kurbelwelle beim Schließen der Auslassventile (AS) abhängt.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die für in den Zylinder einströmende Frischluftmasse (MAF) zusätzlich ein von der Strömungsgeschwindigkeit in dem Saugrohr abhängiger Druckverlust berücksichtigt wird.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der von der Strömungsgeschwindigkeit abhängige Druckverlust abhängig von einer oder mehreren in den Steuergeräten abgelegten Variablen bestimmt wird.

$\frac{1}{2}$

FIG 1

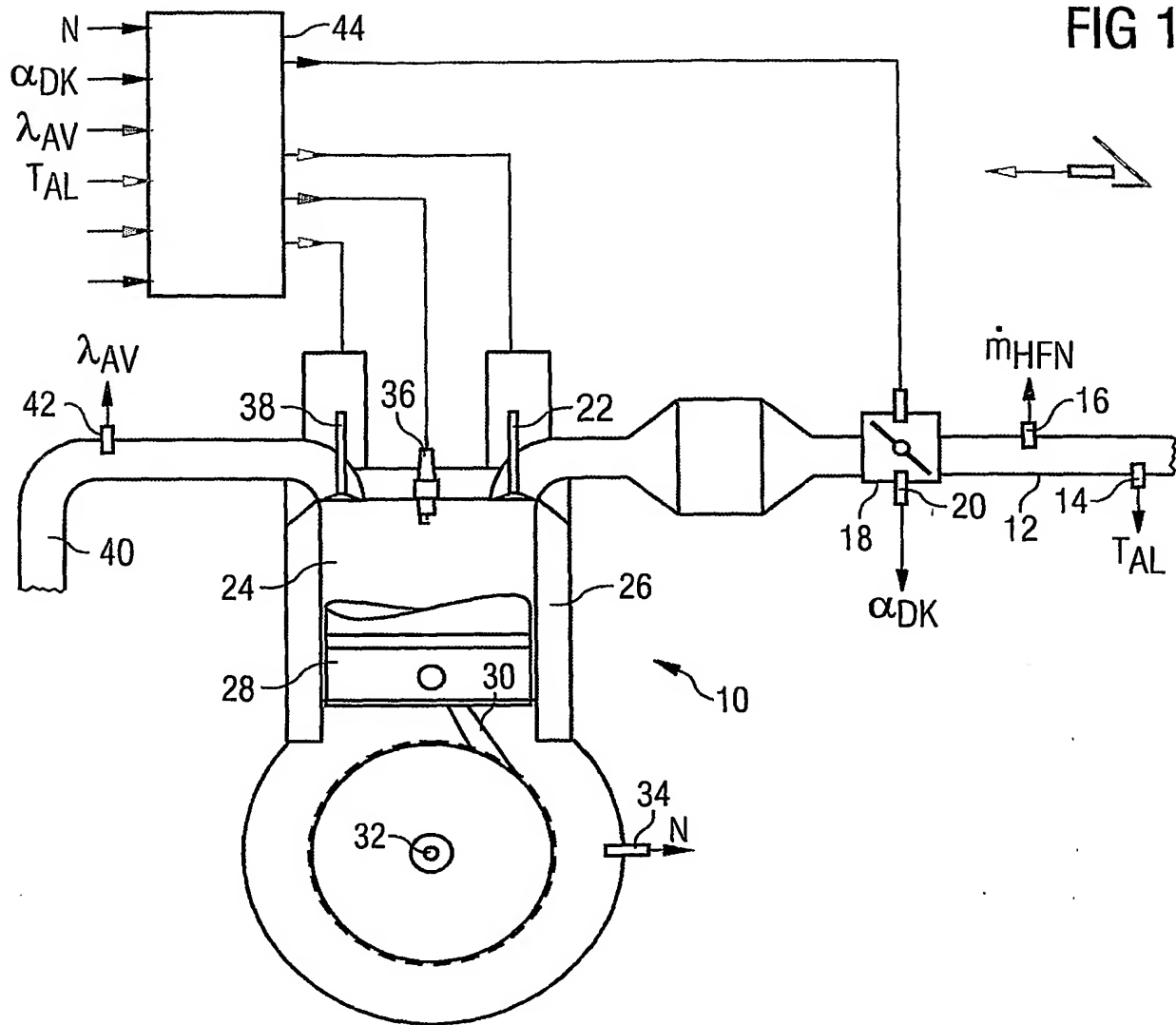
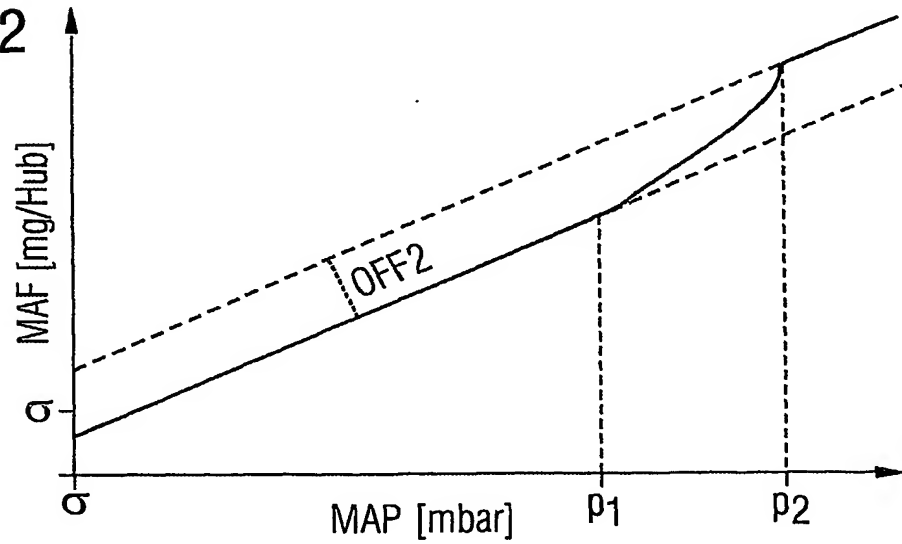
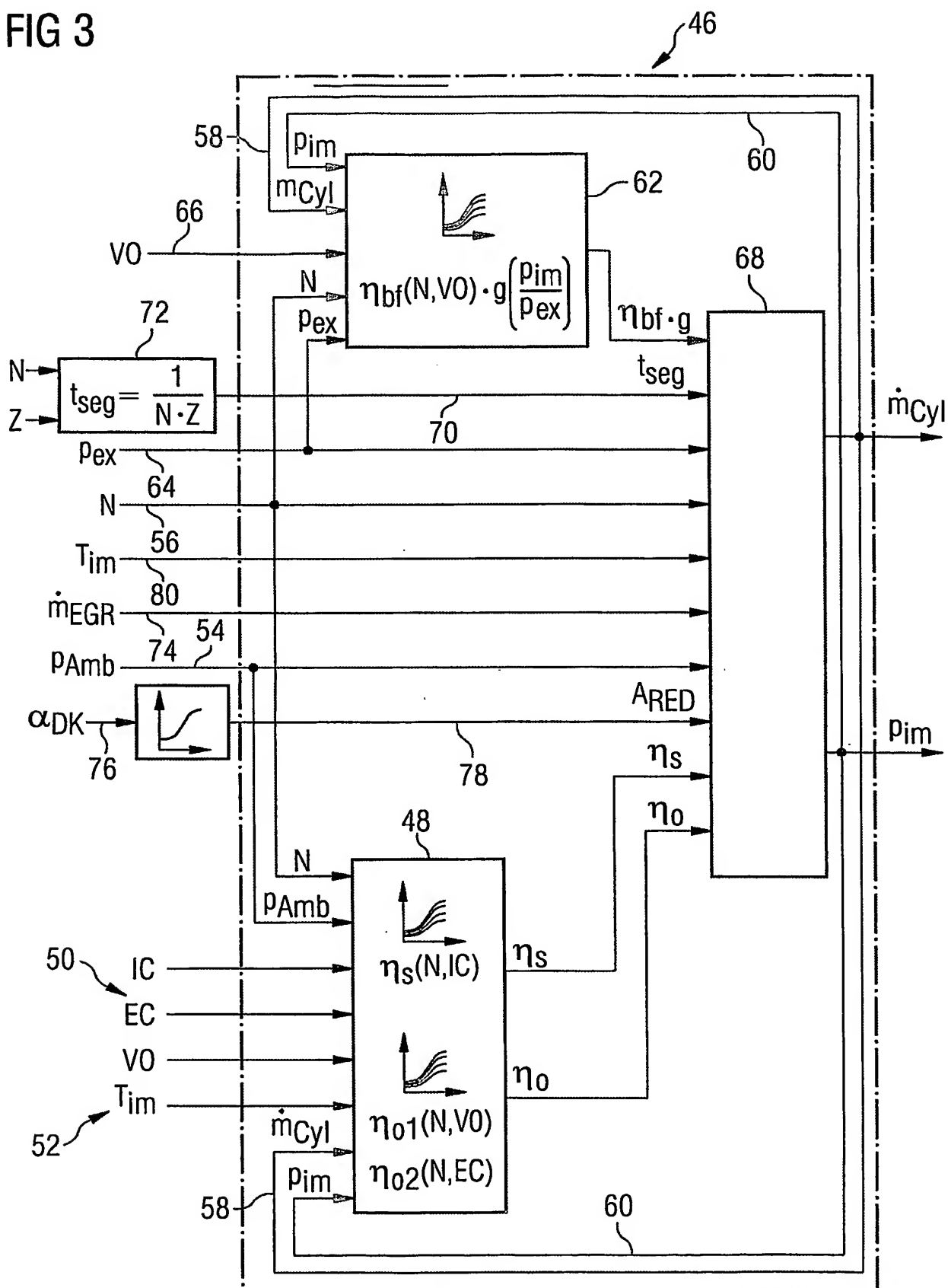


FIG 2



2/2

FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/002600

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F02D41/18 G01F1/76 F02D41/26		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F02D G01F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 522 908 A (RENAULT) 13 January 1993 (1993-01-13) page 1, line 1-52	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 09, 4 September 2002 (2002-09-04) & JP 2002 155794 A (MIKUNI CORP), 31 May 2002 (2002-05-31) abstract	1
A	DE 195 47 496 A (SCHROEDER DIERK PROF DR ING DR) 3 July 1997 (1997-07-03) column 1, line 1-60	1
A	US 5 698 779 A (YOSHIOKA MAMORU) 16 December 1997 (1997-12-16) column 2, line 33 -column 3, line 2	1
-/--		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents :</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*G* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
12 July 2004		23/07/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Vedoato, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/002600

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 589 517 A (GEN MOTORS CORP) 30 March 1994 (1994-03-30) column 3, line 20-48 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2004/002600

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

SEE SUPPLEMENTAL SHEET

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Box II

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1, 9
2. Claims 4, 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/002600

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0522908	A	13-01-1993	FR 2678684 A1	08-01-1993
			DE 69205352 D1	16-11-1995
			DE 69205352 T2	05-06-1996
			EP 0522908 A1	13-01-1993
JP 2002155794	A	31-05-2002	CN 1474909 T	11-02-2004
			EP 1342903 A1	10-09-2003
			WO 0242627 A1	30-05-2002
			US 2004074290 A1	22-04-2004
DE 19547496	A	03-07-1997	DE 19547496 A1	03-07-1997
US 5698779	A	16-12-1997	JP 3011070 B2	21-02-2000
			JP 9072226 A	18-03-1997
EP 0589517	A	30-03-1994	US 5497329 A	05-03-1996
			DE 69300959 D1	18-01-1996
			DE 69300959 T2	23-05-1996
			EP 0589517 A1	30-03-1994
			JP 6207550 A	26-07-1994
			JP 8001149 B	10-01-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002600

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D41/18 G01F1/76 F02D41/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D G01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 522 908 A (RENAULT) 13. Januar 1993 (1993-01-13) Seite 1, Zeile 1-52 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 09, 4. September 2002 (2002-09-04) & JP 2002 155794 A (MIKUNI CORP), 31. Mai 2002 (2002-05-31) Zusammenfassung ---	1
A	DE 195 47 496 A (SCHROEDER DIERK PROF DR ING DR) 3. Juli 1997 (1997-07-03) Spalte 1, Zeile 1-60 ---	1
A	US 5 698 779 A (YOSHIOKA MAMORU) 16. Dezember 1997 (1997-12-16) Spalte 2, Zeile 33 -Spalte 3, Zeile 2 ---	1
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/07/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vedoato, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/002600

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>EP 0 589 517 A (GEN MOTORS CORP) 30. März 1994 (1994-03-30) Spalte 3, Zeile 20-48</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/002600

Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser Internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser Internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der Internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1,9

2. Ansprüche: 4,9

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002600

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0522908 A	13-01-1993	FR 2678684 A1	08-01-1993
		DE 69205352 D1	16-11-1995
		DE 69205352 T2	05-06-1996
		EP 0522908 A1	13-01-1993
JP 2002155794 A	31-05-2002	CN 1474909 T	11-02-2004
		EP 1342903 A1	10-09-2003
		WO 0242627 A1	30-05-2002
		US 2004074290 A1	22-04-2004
DE 19547496 A	03-07-1997	DE 19547496 A1	03-07-1997
US 5698779 A	16-12-1997	JP 3011070 B2	21-02-2000
		JP 9072226 A	18-03-1997
EP 0589517 A	30-03-1994	US 5497329 A	05-03-1996
		DE 69300959 D1	18-01-1996
		DE 69300959 T2	23-05-1996
		EP 0589517 A1	30-03-1994
		JP 6207550 A	26-07-1994
		JP 8001149 B	10-01-1996